

12 EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84111955.5

51 Int. Cl.⁴: C 01 B 3/26
C 01 B 3/02, C 01 C 1/04

22 Anmeldetag: 05.10.84

30 Priorität: 12.10.83 DE 3337078

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.04.85 Patentblatt 85/18

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR IT LI SE

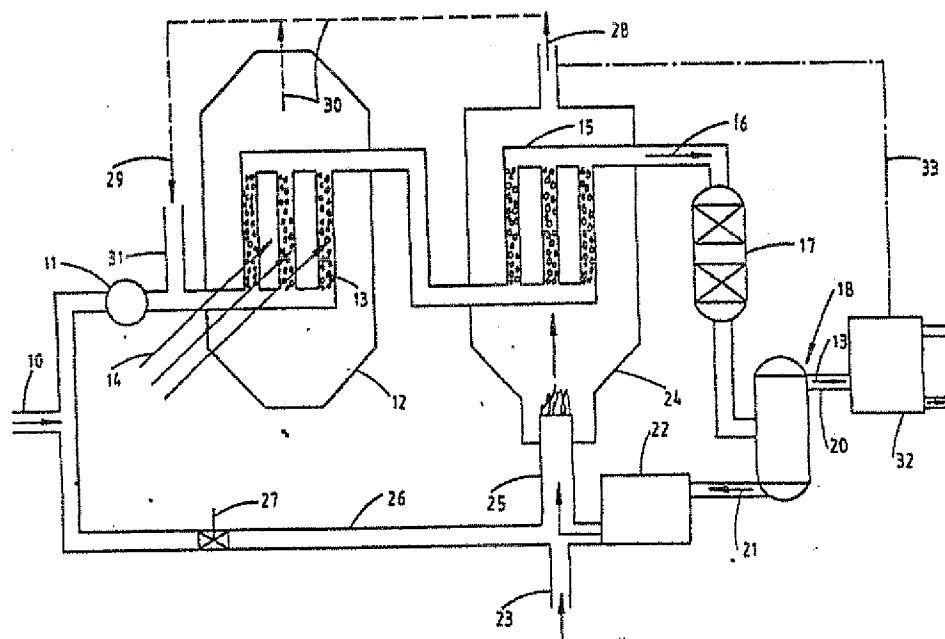
71 Anmelder: M.A.N. MASCHINENFABRIK
AUGSBURG-NÜRNBERG Aktiengesellschaft
Dachauer Strasse 667 Postfach 50 06 20
D-8000 München 50(DE)

72 Erfinder: Melchior, Eckhard, Dr. Dipl.-Phys. Dr.Ing.
von-Rucktescheil-Weg 7
D-8060 Dachau(DE)

54 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas.

57 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff (19) durch Umsetzung von Brennstoff an Katalysatoren (13, 15) unter Einwirkung von Wärme. Zur Reduzierung von Brennstoff-Exergieverlusten bei derartigen chemischen Prozessen werden die Katalysatoren zumindest teilweise durch direkte oder indirekte Sonnenenergieeinwirkung beheizt. Die aus dem chemischen Prozeß nach Trennung des Synthesegases anfallenden Restprodukte (21) werden zur Beheizung eines einen weiteren Katalysator (15) enthaltenden Reformierofens (24) verbrannt. Die Rauchgasabwärme (28) wird zur Herstellung von Dampf (29) genutzt. Die Anlage kann direkt mit einer Ammoniak-Syntheseanlage verbunden werden.

EP 0 137 467 A2



1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NORNBERG
Aktiengesellschaft
gü/sd

5

München, 11. Oktober 1983

10 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung
zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff,
durch Umsetzen von Brennstoff an Katalysatoren unter Ein-
wirkung von Wärme.

20 Synthesegase werden in großen Mengen als Mischprodukte
für die Herstellung von Produkten wie Kohlenwasserstoffen,
Alkoholen, Ammoniak erzeugt. Während des Ablaufes der
chemischen Prozesse bei der Herstellung derartiger
Synthesegase treten große Exergieverluste auf, die durch
die Exergie fossiler Brennstoffe, vorwiegend solcher auf
25 Petroleumbasis, gedeckt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren
der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem die Brenn-
stoff-Exergieverluste reduziert werden können.

30 Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1
gekennzeichneten Merkmale gelöst..

35

1 Durch die Einkopplung der Sonnenenergie in den Katalysator
bzw. Dampfreformer wird zumindest ein Teil der hochwertigen
Brennstoffe ersetzt, so daß die Durchführung des Prozesses
mit einem sehr günstigen thermodynamischen Wirkungsgrad
5 möglich ist.

Die Beheizung durch Sonnenenergie kann direkt durch Aus-
bildung des Katalysators bzw. des Dampfreformers als Solar-
absorber oder indirekt mit Zwischenwärmeträgern erfolgen.
10

Vorzugsweise werden zwei Katalysatoren in Reihe verwendet,
von denen der in Strömungsrichtung erst angeordnete durch
Solarenergie beheizt wird und der zweite durch Verbrennung
des Restproduktes aus dem Synthesegas-Herstellungsprozeß
15 beheizt wird.

Hierdurch ist ein autarker, kontinuierlicher Betrieb des
chemischen Prozesses möglich, bei dem die Restprodukte
nicht für anderweitige Verwertung wegtransportiert werden
20 muß, sondern zur weiteren Einsparung von Brennstoffenergie
im eigenen Prozeß verwertet wird. Die Restwärme aus den
Rauchgasen kann ferner vorteilhaft zur Herstellung von
Prozeßdampf genutzt werden.

25 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird
das Verfahren zur Herstellung von Ammoniak über Synthesegas
verwendet. Hierbei kann zur erforderlichen Luft- und
Einsatzstoffen-Erwärmung ebenfalls die Restwärme aus den
Rauchgasen verwendet werden.

30

35

- 1 In vielen sonnenreichen Ländern ist Ammoniak für die
Düngemittel-Herstellung oft das erste Produkt einer be-
ginnenden Industrialisierung daß am Herstellungsort bzw.
in der Umgebung verbraucht wird und durch das erfindungs-
5 gemäß Verfahren am Verbrauchsort hergestellt werden kann,
was teure Infrastrukturen, wie z.B. Stromverteilungs-
Netze oder Pipeline-Systeme bei Fernenergie-Systeme ein-
spart.
- 10 Die unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgas-
wärme aus der Verbrennung der Restprodukte kann dabei voll-
ständig zur Herstellung von erforderlichem Prozeßdampf
und zur Vorwärmung von Luft und Einsatzstoffen für den
Ammoniak-Prozeß ausgenutzt werden. Diese Abwärmenutzung
15 führt zu energieautarken Anlagen und damit zusätzlich zu
einem großen Gesamtnutzungsgrad der Solarenergie.

Die Erfindung erstreckt sich auf eine Vorrichtung zur
Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die durch
20 die Merkmale des Anspruches 5 gekennzeichnet ist.

Die Unteransprüche 6 bis 8 kennzeichnen vorteilhafte
Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

- 25 Das Verfahren wird nachstehend anhand der Zeichnung näher
beschrieben.

Über eine Brennstoff-, insbesondere Erdgas-Zuleitung
10 und einer Förderpumpe 11 wird das Rohprodukt einem
30 in einem Reformer 12 angeordneten Katalysator 13 zur
Herstellung von Wasserstoff zugeführt. Der Katalysator 13
ist als Solarabsorber ausgebildet und den Solarstrahlen 14
ausgesetzt. Dem ersten Katalysator 13 ist ein Sekundär-
Katalysator 15 nachgeschaltet. Das in den Katalysatoren 13
35 und 15 umgesetzte Erdgas 16 wird über einen CO-Converter 17

7.2216

11.10.1983

1 einem Druckwechseladsorptions-Wäscher 18 zugeleitet, in
dem der Wasserstoff 19 getrennt und über eine Ausgangs-
leitung 20 abgeführt wird. Das Restprodukt bzw. Restgas 21
wird einem Speicher 22 zugeführt, aus dem das brennbare
5 Produkt unter Zuführung von Luft 23 in einem Reforme-
ofen 24 bei Bedarf zur Beheizung des Sekundär-Katalysators
15 verbrannt wird, wenn zur Erhaltung eines kontinuierlichen
Betriebes nicht ausreichende Sonnenenergie 14 zur Verfügung
steht. Die Brennstoffluftzufuhr 25 für den Reformierofen 24
10 ist über eine Leitung 26 und ein Ventil 27 mit der
Brennstoffzufuhr 10 verbunden, so daß bei länger anhalten-
dem Sonnenstrahlenausfall nach Verbrauch des gespeicher-
ten Restproduktes der Reformierofen 24 mittels Primär-
energie weiter in Betrieb gehalten werden kann.

15

Die Endtemperatur des Primärreformers 12 wird so gewählt,
daß - ähnlich einem Braun-Purifier-Prozeß oder bei nach-
geschaltetem Druckwechseladsorptions-Prozeß - ein großer
Teil des Methans nicht umgesetzt wird. Das ermöglicht
20 mildere Bedingungen für den Betrieb der Katalysatorrohre
15 im Reformierofen 24 und nach Trennung des Wasser-
stoffes 19 von den übrigen Reaktionsprodukten 21, die
Restgase 21 zur fossilen Stützung des Prozesses in Zeiten
einzusetzen, während deren Solarbetrieb nicht möglich ist,
25 wie z.B. in der Nacht, bei Abschattung durch Wolken, und
damit die Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Be-
triebes.

Die Sonnenenergie sowie die Wärmeenergie aus den Rauch-
30 gasen 28 vom Reformierofen 24 werden zur Erzeugung von
Dampf 29 verwendet, wie es mit den gestrichelten Linien
angedeutet wird. Der Dampf 29 wird für den Reformierungs-
Prozeß über eine Zuleitung 31 dem Brennstoff beigemischt.

35

7.2216

11.10.1983

1 Die hier beschriebene Anlage wird bei der Verwendung des
Wasserstoffes 19 zur Herstellung von Ammoniak an eine
Ammoniaksyntheseanlage, die allgemein mit der Ziffer 32
gekennzeichnet ist, angeschlossen. Hierbei wird die
5 unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgaswärme
28 außer zur Herstellung des Dampfes 29 zur Vorwärmung
(33) von Luft- und Einsatzstoffen für den Ammoniak-Prozeß
ausgenützt. Die gesamte Anlage stellt somit eine energie-
autarke Anlage dar, bei der nicht nur Primärenergie
10 eingespart wird, sondern auch Transport- bzw. unter
Umständen lange Rohrleitungen entfallen.

Durch die Einkopplung der Solarenergie in einen der-
artigen Prozeß wird außerdem ein besserer exergetischer
15 Wirkungsgrad als bei anderen Solarenergie-Nutzungs-
systemen, wie z.B. zur Stromerzeugung, erlangt.

Anstelle den Katalysator als Solarabsorber auszubilden,
kann die Beheizung desselben durch Solarenergie auch
20 mittelbar unter Verwendung von Zwischenwärmeträgern, z.B.
ein Fluid erfolgen.

25

30

35

1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG
Aktiengesellschaft
gü/sd

5

München, 11. Oktober 1983

10

P a t e n t a n s p r ü c h e

15

1. Verfahren zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff, durch Umsetzung von Brennstoff an Katalysatoren unter Einwirkung von Wärme, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoren (13, 14) zumindest teilweise durch direkte oder indirekte Sonnenenergieeinwirkung beheizt werden.

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Katalysatoren (13, 15) in Reihe geschaltet werden, von denen der in Strömungsrichtung erst angeordnete (13) durch Solarenergie (14) beheizt wird, und daß der zweite durch Verbrennung des Restproduktes (21) aus dem Synthesegas-Herstellungsprozeß beheizt wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Herstellung von Ammoniak über Synthesegas verwendet wird.

35

- 1 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgaswärme aus der Verbrennung des Restproduktes (21) zur Erzeugung von Prozeßdampf (29) und/oder zur Vorwärmung von Luft und Einsatzstoffen (33) für den Ammoniakprozeß ausgenutzt wird.
- 5
- 10 5. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, mit mindestens einem Katalysator, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Katalysator (13) mit Sonnenenergie (14) beheizbar ist.
- 15 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Katalysator (13) als Solarenergie-Absorber ausgebildet ist.
- 20 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Katalysator (15) vorgesehen ist, der durch Verbrennung der Restprodukte (21) aus dem Synthese-Herstellungs-Prozeß beheizbar ist.
- 25 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher (22) für die Restprodukte (21) des Synthese-Herstellungsprozesses vorgesehen ist.
- 30 9. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Katalysator (13) enthaltender Reformer bzw. Reformerofen (12) als Solarkollektor ausgebildet ist.

35

7.2216
11.10.1983

- 1/1 -

0137467

